

Korroosio ja sen estäminen

Tämä opiskelumoniste käsittelee metallien korroosiota ja sen torjumista

Korroosion seurauksena metalli muuttuu käyttökelvottomaksi. Sen seurauksia ovat muun muassa pinnan laadun heikkeneminen, putkiston puhkeaminen jne. Korroosiosta aiheutuu Suomessa miljardien eurojen tappiot joka vuosi.

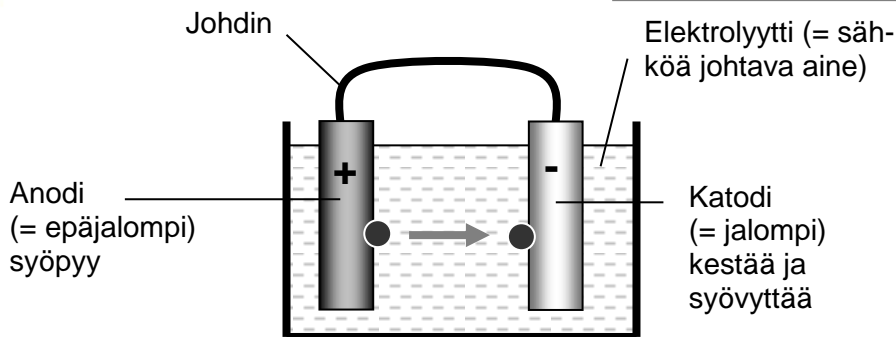


Korroosio

Metallin syöpmistä sanotaan korroosioksi ja aineen kykyä vastustaa sitä korroosionkestävyydeksi. Korroosiossa voidaan erottaa kolme päätyyppiä: kemiallinen, sähkökemiallinen ja korkean lämpötilan korroosio.

Kemiallinen korroosiossa metalli liukenee sitä syövyttävään vesi- tai happoliuokseen.

Sähkökemiallisessa korroosiossa materiaalin liukeneminen ympäristöön tapahtuu sähköisten ja kemiallisten ilmiöiden yhteisvaikutuksesta. Sähkökemiallisen korroosion syntymiseen tarvitaan eri jalousasteiset metallit tai metallipinnan kohdat sekä sähköä johtava yhteys metallien (tai kohtien) välille. Näiden ehtojen täytyessä muodostuu korroosipari ja korroosiovirta ja materiaaleista epäjalompi syöpyy.



Korkeassa lämpötilassa metallin pinta hilseilee ja syöpyy. Lämpötilan nousu kiihdyttää korroosiota.

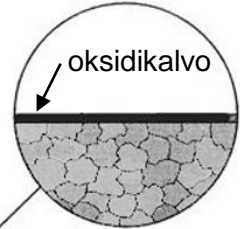
Metallien korroosionkestokyky perustuu useaan tekijään: niiden jalouteen, niiden kykyyn tuottaa pinnalleen korroosiolta suojaava kerros ja niiden kykyyn kestää kulutusta.

Seostamaton teräs kestää pinnoittamattomana kosteita olosuhteita huonosti. Sen pinnalle muodostuu ruostetta, joka ajan myötä tunkeutuu syvemmälle ja syvemmälle. Valuraudat kestävät korroosiota paremmin, koska ruoste ei pääse pinnasta helposti syvemmälle.



Seostamattomat teräkset suojataan pinnoitteella (maali, sinkitys). Säänkestävän teräksen (kuva) pintaan muodostuu ulkoilman vaikutuksesta patinakerros, joka pysäyttää ruustumisen. Sitä ei tarvitse maalata.

Ruostumattomien terästen, alumiinien ja kuparien korroosionkestävyys on teräksiä ja valurautoja parempi, koska niiden pintaan muodostuu ilman hapen ansiosta ohut, tiivis ja suojaava oksidikalvo.



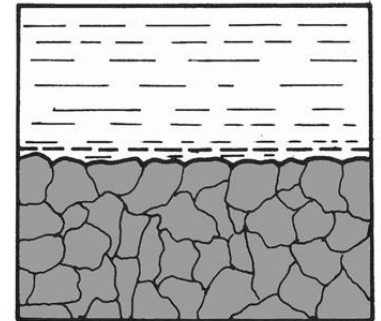
Sähkökemiallisella korroosiolla eli kappaleen syöpmisellä on monia ilmenemismuotoja. Alla on esitelty niistä tavallisimpia ja myös keinoja, joilla korroosiota torjutaan. Ne ovat:



1. Yleinen korroosio (pintakorroosio)
2. Pistekorroosio
3. Galvaaninen korroosio
4. Raerajakorroosio
5. Rakokorroosio
6. Jännityskorroosio
7. Eroosikorroosio (kavitaatio)
8. Valikoiva korroosio (sinkkikato)

1. Yleinen korroosio (pintakorroosio)

Yleinen korroosio tarkoittaa pinnan tasaista ja hiljalleen etenevää kulumista. Se on tyypillinen korroosimuoto suojaamattomilla metallipinnoilla. Tämä korroosio on useimmiten seurausta väärästä materiaalivalinnasta. Sitä estetään pinnoittamalla kappale (maalaukset, kromaus jne.).

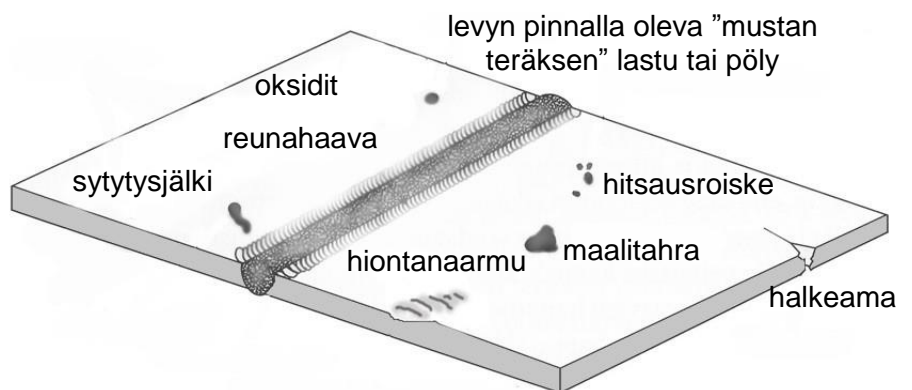


2. Pistekorroosio näkyy kappaleen pinnalla kolona tai halkeamana. Pistesyöpymä saa alkunsa pinnan epätasaisuuksista. Se voi alkaa myös metallipölystä. Esimerkiksi alumiinin pistekorroosion syy voi olla kappaleen pinnassa oleva Cu- tai Fe-pöly. Oheiseen piirrookseen on koottu ruostumattoman teräksen tyypillisiä pistekorroosion aiheuttajia.

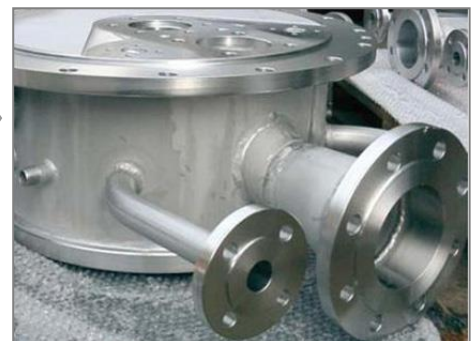


Ruostumattomien terästen pistekorroosio estetään

1. erottamalla "mustien terästen" ja "kirkkaiden terästen" valmistustilat toisistaan (vrt. pöly).
2. käyttämällä ruostumattomiin teräsiin sitä varten olevia hiontalaikkoja, teräsharjoja, työkaluja jne.
3. suojaamalla levy kolhuilta ja raapaleilta.
4. jälkikäsittelemällä hitsit ja niiden ympäristöt a) hiomalla (→ hyvä pinnan sileys) b) peittaamalla hitsi ja sen ympäristö.

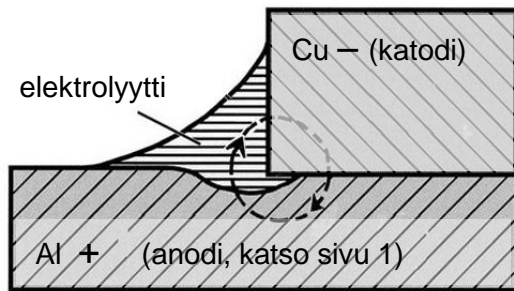


Peittäminen syövyttää lian ja vanhat oksidit pois. Suojaava uusi oksidikerros kehittyy puhtaan pintaan ja ruostumattomuus palautuu.



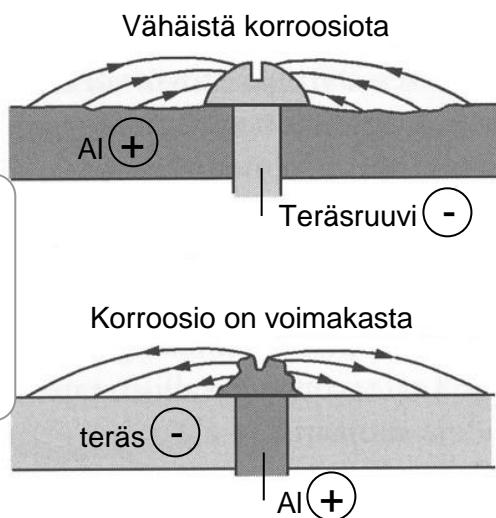
3. Galvaaninen korroosio

Galvaaninen korroosio syntyy, kun kaksi jalousasteeltaan erilaista materiaalia on keskenään tekemisissä kosteissa, sähköä johtavissa, olosuhteissa.



Epäjalompi (Al) syöpyy, jalompi (Cu) ei.

Näin tapahtuu myös liitoksessa, jossa ruuvi ja sen kanssa kosketuksissa oleva kappale ovat eri ainetta ja olosuhteet ovat kosteat.



Epäjalompi syöpyy, mutta myös pintojen suuruudella on merkitystä!

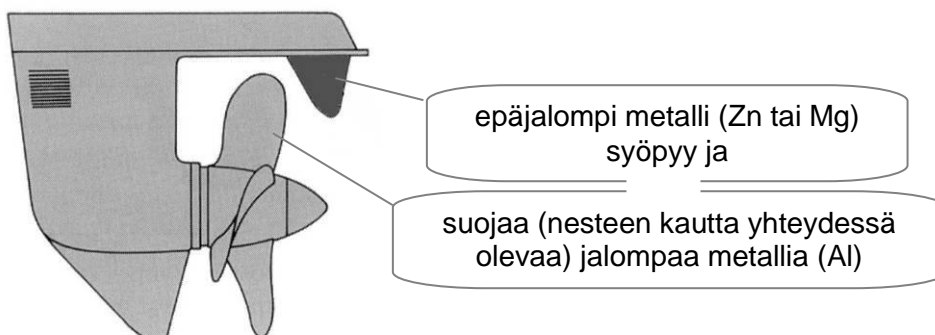
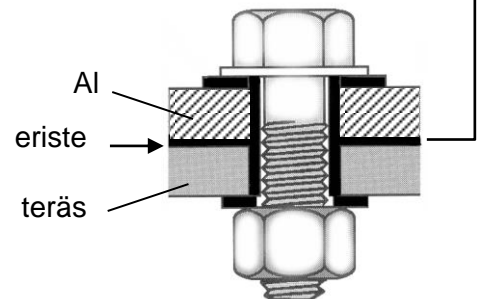
Galvaaninen korroosio **voimistuu**, kun:

1. ilman suhteellinen kosteus on yli 60 %,
2. ilma on epäpuhdasta,
3. ruuviliitoksessa on eri metalleja,
4. anodin ja katodin pinta-alojen suhde on väärä.

Galvaamisen korroosion **estäminen**:

1. Suojaa rakenteet kosteudelta tai eristä eri metallit toisistaan.
2. Vältä yhdistämästä metalleja, joiden jalousaste-ero on suuri.
3. Järjestä liitoksen ja rakenteen tuuletus.
4. Valitse ruuvit jalommasta aineesta kuin rakenne.
5. Järjestä lämpötila mahdollisimman alhaiseksi.

Metallien erilaista jalousastetta käytetään myös hyödyksi. Esimerkiksi perämoottorin alumiinisia osia voidaan suojata alumiinia epäjalommalla metallilla esim. sinkillä tai magnesiumilla. Tällöin vedessä olevan potkurin epäjalompi metalli, Zn tai Mg, syöpyy ja suojaa jalompaa alumiinista potkuria.



Metallien jalousaste merivedessä

Mitä etäämmällä jännitesarjassa yhdistettävät metallit ovat toisistaan, sitä suurempi on korroosioriski.

Kupari ja sen seokset

Haponkestävä teräs

Ruostumaton teräs

Valurauta

Rakenneteräs

Alumiini ja sen seokset

Sinkki

Magnesium ja sen seokset

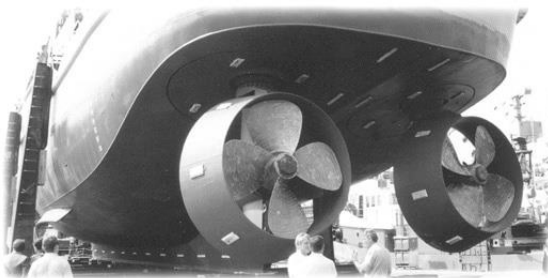
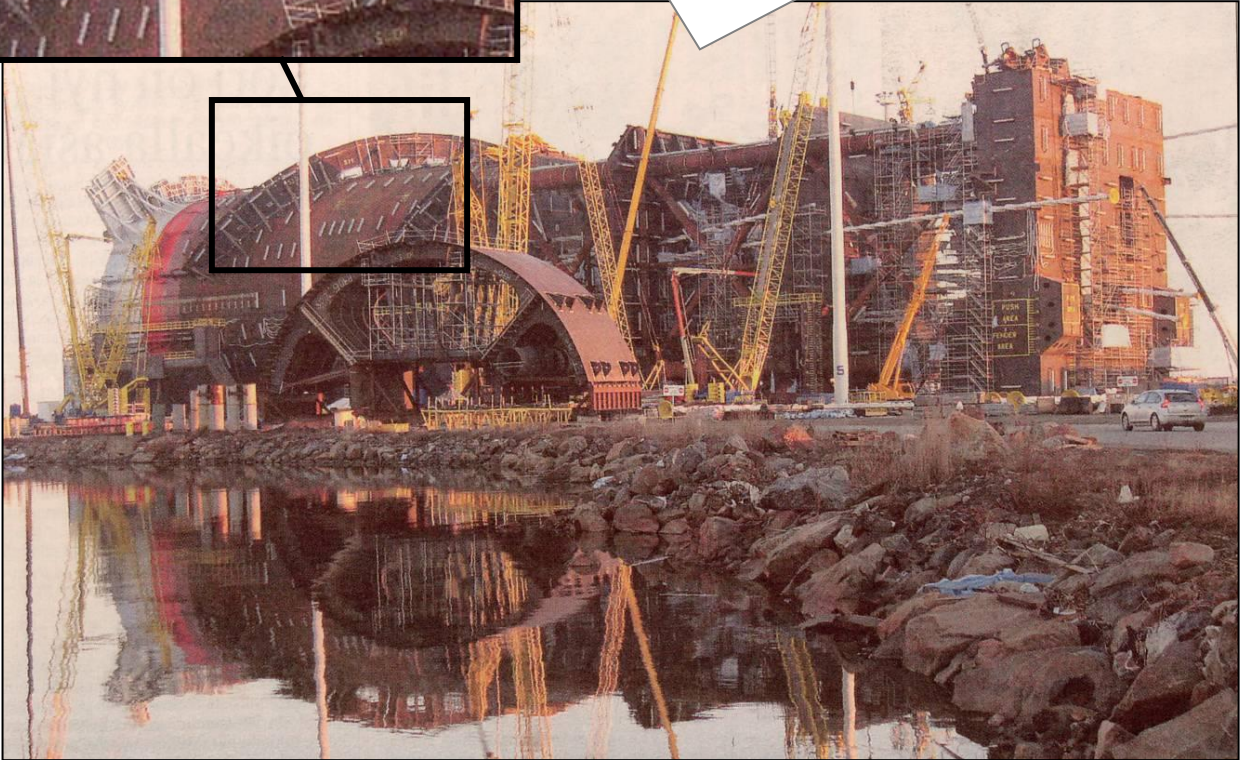
jalot syöpyvät

epäjalot syöpyvät

Samaa periaatetta eli katodista suojausta käytetään myös teräksen suojaukseen. Tästä esimerkkinä on öljyntuotantolautan rungon vedenalaisen osan suojaus. Siinä perimetriset sinkki-alumiinianodit suojaavat terästä.

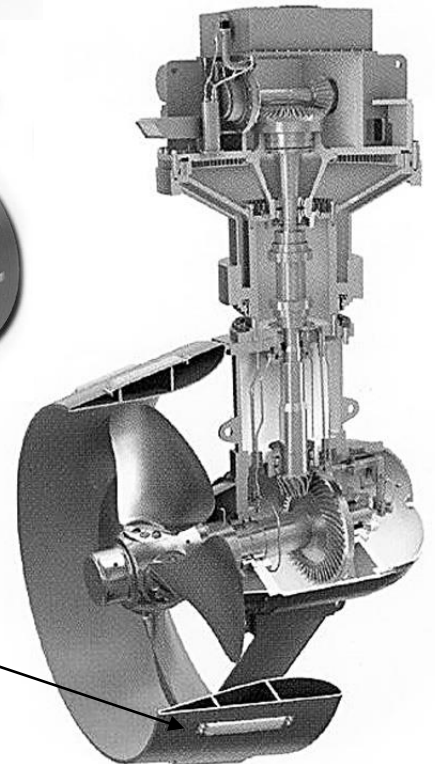


Sinkki-alumiinianodeja (1500 mm x 250 mm x 250 mm) on satoja. Ne suojaavat lautan rungon merenpinnan alapuolisia osia lautan koko käyttöiän eli noin 30 vuotta.



Katodista suojausta käytetään laivojen potkurilaitteiden teräsosien suojauksessa korroosiota vastaan.

 Rolls-Royce

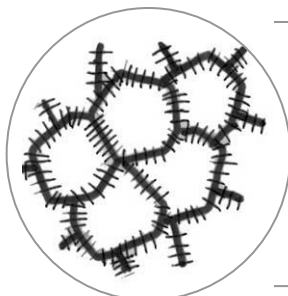
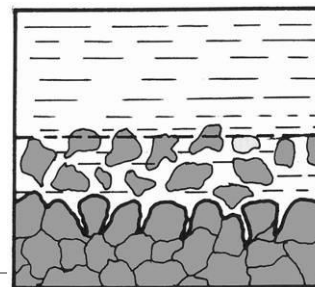


sinkki-anodeja



4. Raerajakorroosio

Raerajakorroosio liittyy korkeaan lämpötilaan. Tällöin teräksen raerajoille saattaa muodostua korroosiota aiheuttavia yhdisteitä, jolloin teräs syöpyy korroosiota aiheuttavassa ympäristössä metallin raerajoja pitkin.

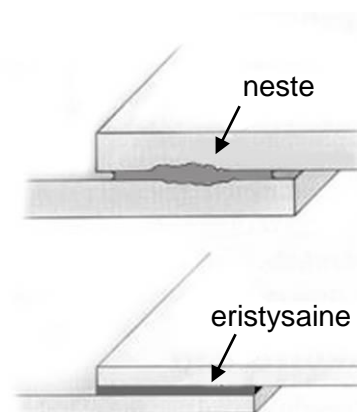


Ruostumattomat ja haponkestävät (= austeniittiset ruostumattomat) teräkset menettävät korroosionkestävyytensä, jos niitä pidetään korkeassa lämpötilassa (500 – 800°C) pitkään ajan. Ne herkistyvät eli niiden raerajoille muodostuu helposti syöpyviä kromikyhiä alueita. Tätä ilmiötä voidaan vastustaa vaihtamalla perinteinen AISI 304 matalahiiliseen AISI 304 L -laatuun tai haponkestävä (AISI 316) 316 L -laatuun (L = low = matala = 0,03% C).

5. Rakokorroosio

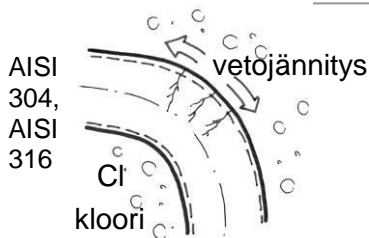
Ruuviliitokset ovat alttiita rakokorroosiolle. Tätä syöpymisen muotoa esiintyy ahtaissa raoissa ja koloissa, joihin kosteus pääsee pesiytymään.

Rakokorroosiota estetään pitämällä pinnat puhtaina, välttämällä liitoksissa rakoja ja onkaloita sekä estämällä nesteen pääsy kapeaan rakoön esim. eristysaineella. Hyvää rakokorroosion vastustamista on niittiliitoksen korvaaminen liimaliitoksella.

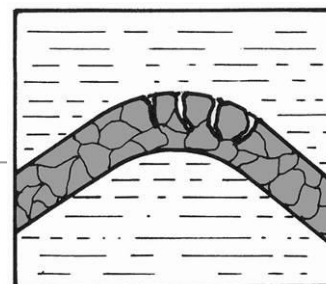


6. Jännityskorroosio

Tämä korroosion laji esiintyy tyypillisesti rakenneosissa, jotka altistuvat voimakkaalle veto- tai vääntörasitukselle kosteissa olosuhteissa.



Austeniittiset ruostumattomat teräkset kestävät huonosti jännityskorroosiota. Tilannetta pahentaa, jos ruostumaton ja haponkestävä teräs joutuu kloorin kanssa tekemisiin. Kloori pahentaa myös austeniittisen ruostumattoman terästen rakoja pistekorrosiota.



Yhteenvetoa ruostumattomien terästen korroosionkestävyydestä:

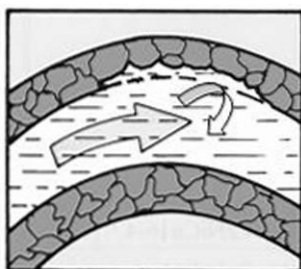
Ruostumaton teräksen laji	Korroosiolaji		
	Raerajakorroosio	Pistekorrosio	Jännityskorroosio
Austeniittinen (esim. AISI 304, AISI 316)	yleensä hyvä (C maksimi 0,05%)	yleensä hyvä, edellyttää hitsien jälkipuhdistusta	huono
Austeniittisferiittinen (esim. Duplex)	hyvä		hyvä

EN -merkintä esim. 1.4462
EN -merkintä esim. 1.4301 tai 1.4401

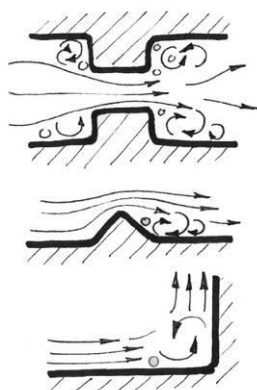
Millaisesta roosterista pitää uimahallin putket ja kannakkeet tehdä?

Korroosiota estetään valitsemalla olosuhteisiin soveltuvat materiaalit ja käsittelemällä niitä oikein tuotteita valmistettaessa. Usein käytetään myös pintakäsittelyä. Korroosiota voidaan estää suunnitellulla ja oikein tehdyllä rakennerratkaisulla. Viereisessä kuvassa on esimerkkejä huonoista ja hyvistä ratkaisuista. Suunnitteluohjeita:

- Tee rakenne niin, että neste pääsee valumaan pois (kohdat 1, 2 ja 7).
- Estä nesteen pääsy kapeisiin rakoihin (2, 4 ja 6).
- Käytä suuria pyörityssäteitä (3 ja 7).
- Vältä rakoja (4 ja 5).



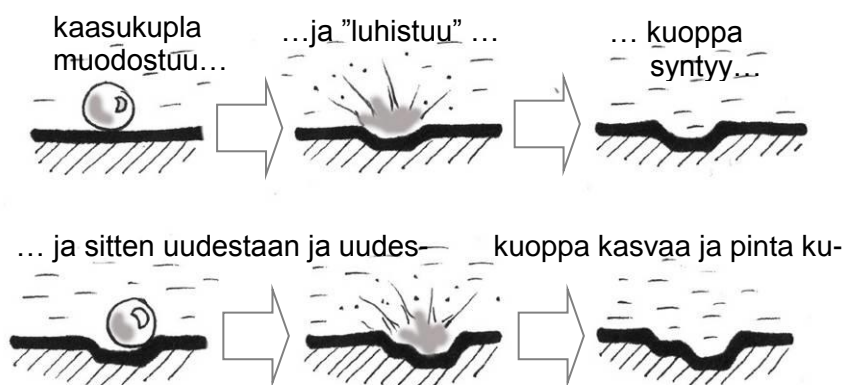
Nesteen virtaus muuttuu pyörteiseksi (turbulenssiksi) kapeikoissa ja kulmissa.



7. Eroosiokorroosio (kavitaatio)

Eroosiokorroosiota esiintyy, kun neste virtaa suurella nopeudella ja kun virtaus on pyörteistä (turbulenttista). Virtaus aiheuttaa pinnan kulumista, esim. pumpujen imupuolella ja putkikäyrissä.

Alla olevassa piirroksessa on esitetty kavitaatiokulumisen eteneminen. Kun neste virtaa epävakaasti, siihen syntyy paikallisia, paineen laskun aiheuttamia, kuplia. Kaasukuplien "luhistuminen" saa aikaan voimakkaita alipaineiskuja, jotka iskevät pieniä kuoppia materiaalin pinnalle. Kavitaatiokuopat kasvavat lopulta yhteen. Pinnasta tulee epätasainen ja se kuluu.

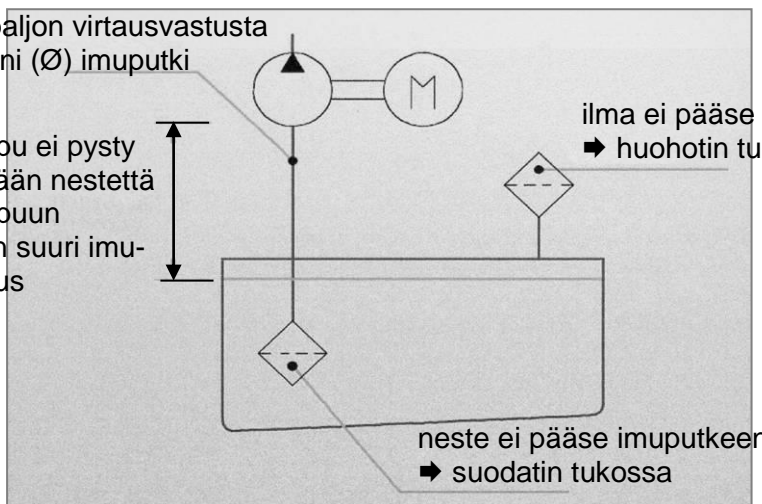


Hydralliikka-pumpun imupuolen kavitaation syytä voivat olla liian suuri imukorkeus, liian pieni imuputki, tukkeutunut imusuodatin tai tukkeutunut huohotin.

liian paljon virtausvastusta
→ pieni (Ø) imuputki

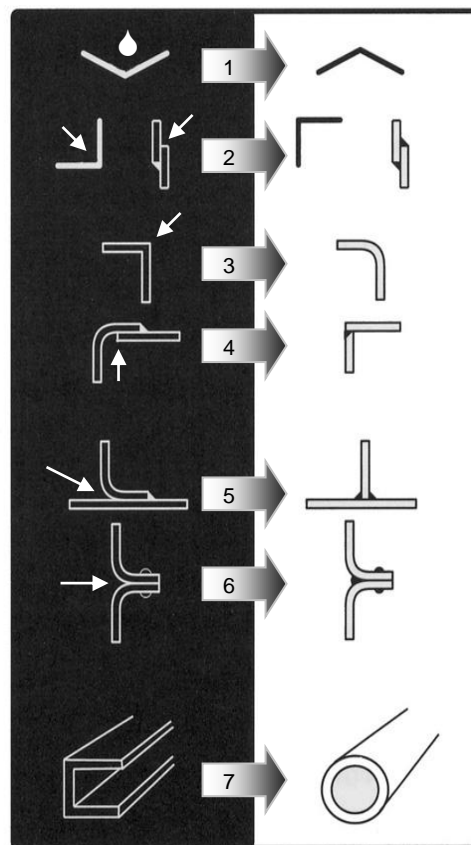
pumppu ei pysty imemään nestettä pumppuun
→ liian suuri imukorkeus

ilma ei pääse säiliöön
→ huohotin tukossa



Vältettävä

Suositeltava

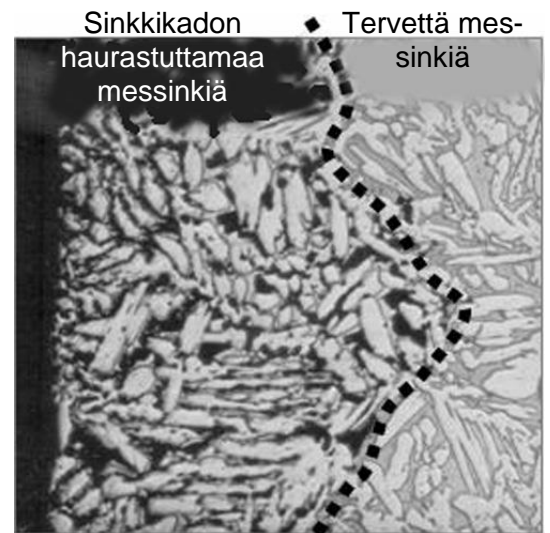


8. Valikoiva korroosio

Messingillä esiintyy happipitoisessa vedessä sinkkikatoa. Siinä messingin epäjalompi ainesosa eli sinkki liukenee metallista pois ja jäljelle jää huokoinen kupari. Sinkkikato lisääntyy, kun lämpötila nousee.

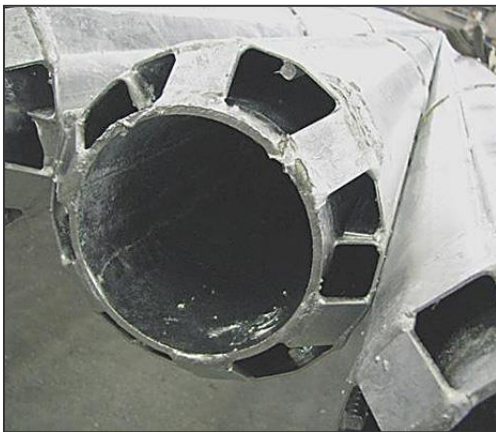
Mikroskooppikuva sinkkikadon vaivaamasta messingistä.

Messingin sinkkikatoa voidaan vähentää materiaalivalinnalla. Jos messingin sinkkipitoisuus on suuri, on sinkkikadon mahdollisuus myös suuri. Kun messinkiin lisätään kuparia ja vähennetään sinkin määrää, sinkkikadon vaara vähenee.



Sinkkiä käytetään erittäin yleisesti teräksien pinnoittamiseen korroosiota vastaan. Sinkkipinnoite voidaan tehdä erilaisilla menetelmillä:

Kuumasinkitys on yleisin teräksen sinkitysmenetelmä. Kuumasinkityksessä pinnoitettava kappale kastetaan sulaan sinkkikylpyyn. Sula sinkki kiinnittyy hyvin. Kuumasinkityksellä saadaan noin 50 - 115 µm kerros kappaleen pintaan.



Sähkö-Jokisen valaisinpylväät ennen ja jälkeen kuumasinkityksen.



Sähkösinkityksellä saadaan ohut n. 5-15 µm paksu puhdas sinkkikerros tuotteen pintaan. Sähkösinkitystä käytetään tuotteille, joiden ulkonäkö on tärkeämpi kuin pitkäaikainen suojauskyky.